

DOI: <https://doi.org/10.36910/6775-2524-0560-2022-48-06>

УДК 514.181.6 + 514.182

Адашевська Ірина Юріївна к.т.н., доцент

<https://orcid.org/0000-0001-5447-5114>

Краєвська Олена Олександрівна к.т.н., доцент

<https://orcid.org/0000-0002-8460-958X>

Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків, Україна

## ПРО ВИБІР ОПТИМАЛЬНОЇ ТОЧКИ ЗОРУ ПРИ ПОБУДОВІ ПЕРСПЕКТИВНИХ ЗОБРАЖЕНЬ

**Адашевська І.Ю., Краєвська О.О. Про вибір оптимальної точки зору при побудові перспективних зображень.** У статті розглянуто основні положення щодо побудови перспективних зображень з умов наочності та компактності креслення. Пояснюються складності таких побудов, пропонуються методи спрощення побудов, визначаються необхідні умови для таких робіт. Показано практичне застосування перспективних зображень, встановлена неможливість зменшення складності при виконанні побудов перспективних зображення. Тим самим, пояснюються причини можливого спрощення трудомісткості конструктора або архітектора при виконанні перспективних зображень з збереженням наочності, точності, яскравості. Наведено приклади перспективних зображень при виконанні креслень в умовах України.

**Ключові слова:** перспективні зображення, сонце, точка зору, центральна точка, практичне застосування.

**Adashevskaya I., Kraievskaya O. On choosing the optimal point of view when constructing perspective images.** The article considers the main provisions for constructing perspective images from the conditions of visibility and compactness of the drawing. The complexity of such constructions is explained, methods for simplifying constructions are proposed, and the necessary conditions for such work are determined. The practical application of perspective images is shown, and the impossibility of reducing the complexity of performing perspective image constructions is established. This explains the reasons for the possible simplification of the complexity of the designer or architect when performing perspective images while maintaining visibility, accuracy, and brightness. Examples of perspective images when performing drawings in the conditions of Ukraine are given.

**Keywords:** perspective images, Sun, point of view, center point, practical application.

**Постановка проблеми.** Незважаючи на широкий розвиток комп'ютерної техніки та широке застосування її для розв'язання питань проектування, появи вже декількох поколінь різноманітних комп'ютерних програм для побудови креслень, перспективні проєкції широко використовуються у машинобудуванні та архітектурі. Для їх опанування потрібно добре знати їхні властивості та правила їхньої побудови, раціонального розташування, з метою отримання найбільш вигідного зображення, та зменшення кількості різних побудов, тощо. На жаль, перспективні проєкції мають відповідні лише їм специфічні властивості, які ускладнюють побудову креслень та їхніх частин, та, відповідно, використання вказаних проєкцій на практиці.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Питання щодо точних графічних побудов має велику історичну давнину, беручи свій початок ще в роботах Архімеда, Евкліда та інших вчених. З вичерпною повнотою і строгою науковою обґрунтованістю теорія точних метричних побудов була розроблена математиком Гаспаром Монжем, який у 1795 – 1799 рр. опублікував результати своєї двадцятирічної роботи під назвою «Нарисна геометрія» [1].

Серед імен, з якими пов'язаний розвиток наукової праці в області перспективних проєкцій, можна згадати видатних вітчизняних вчених: Н.М. Бескіна, О.О. Вольберга, Н.О. Глаголева, Є.А. Глазунова, А.І. Добрякова, Д.І. Каргіна, І.І. Котова, М.О. Риніна, С.О. Смирнова, М.Ф. Четверухіна, С.О. Соловійова [2-6]. В останні роки найбільш вдало ці питання в Україні досліджувала А. Г. Журило [6, 9-11].

У даний час теорія перспективи розроблена докладно і висвітлена в численних працях з нарисної геометрії. Питання ж практики побудови перспективних зображень висвітлені в літературі недостатньо. У практиці побудови перспективних зображень часто виникають значні труднощі, обумовлені не тільки недостатньою підготовкою виконавця, але і складністю окремих задач, що вимагають спеціального роз'яснення [6-8].

Положення ускладнюється ще й тому, що за останні 20..30 років явно недостатньо публікувалося дослідних робіт із практики побудови перспективних зображень та її основних законів. Ті ж роботи, що були опубліковані раніше, у більшості випадків розглядають найбільш відомі методи перспективних зображень, та розглядають найбільш нескладні задачі.

**Невирішені частини проблеми.** Метою статті є визначення причин широкого розповсюдження перспективних зображень, обґрунтування основних властивостей при їх побудові.

**Мета дослідження.** Продовжуючи дослідження, що розпочато в роботі [11], можна визначити, що перспективні зображення є цікавим та важливим розділом побудови об'ємних зображень.

Кресленики фасадів плану та розрізів споруд виконуються на основі правил ортогонального проектування, тобто кресленики є ортогональною проекцією цієї будівлі. Але це не дозволяє скласти ясного уявлення про те перспективне враження, яке складатиме вся будівля на глядача. Зазначений недолік усувається тим, що крім фасаду планів і розрізів, що пропонується до спорудження будівлі, виконується його перспективне зображення. Якщо це перспективне зображення має на меті визначити враження, яке складає на глядача будівля, що розглядається, то кресленик має бути виконаний з урахуванням положення, яке може прийняти глядач, щодо будівлі для його розгляду.

Тому при виконанні перспективного кресленика будівлі за його ортогональними проекціями не можна довільно вибирати зміну точки зору. Зазвичай лінії горизонту проходять по картині або малюнку вище лінії основи на відстані, що дорівнює висоті точки зору над предметною площиною. Отже, лінію горизонту для такого роду перспективних зображень слід проводити відповідно до зросту людини або точки спостереження, якщо будівля буде розглядатися з висоти будь-якого пагорба.

Щодо відстані точки зору до картини, треба заздалегідь помітити, що найчастіше глядач віддаляється від об'єкта на відстань більше в 2,5...3 рази більше за його розміри (хоча горизонтального, хоча б вертикального). Тому при побудові архітектурних перспектив раціонально вибирати відстань погляду до картинної площини у цих пропорціях. Насправді глядач не завжди може відійти від предмета, що розглядається, до зазначеної відстані, наприклад, коли поруч існують інші будівлі або складки місцевості, які не дозволяють відійти на бажану відстань і доводиться вибирати точку зору з можливих варіантів.

Отже, точка зору до картинної площини при виконанні перспективного зображення будівлі має бути обрана за можливим положенням. В іншому випадку, креслення, хоч і являтиме собою якусь картину, але не може вирішити питання про перспективне враження на глядача самої будівлі. Перспективний ефект будівлі можна поділити на лінійний, тобто контур цілої будівлі та її деталей, тінювих плям та існуючих будівель.

Перший і останній з них вирішується перспективно лінійними зображеннями, як самої будівлі, так і навколишніх будівель, задовольняючи зазначеним умовам вибору точки зору та лінії горизонту, а другий - визначаючи на перспективних зображеннях лінії власної та падаючих тіней. Іноді доводиться звертати увагу на ефект кольорових плям, що передбачає правильну передачу кольору фарби. При побудові лінії власної падаючої тіні в архітектурних креслениках малюнках виконаних в ортогональних проекціях зазвичай приймають паралельний напрямок світлових променів, що складають з горизонтальною площиною кут  $45^\circ$ . Пов'язано це з тим, що найбільші міста України – Київ, Харків, Львів, Полтава, Хмельницький розташовані по центру країни та поблизу  $50^\circ$  північної широти. У цьому випадку зумовлені лінії кольору тіні мало відрізняються від тих, які бачить око людини при сонячному природному освітленні близько полудня. Існуючою похибкою при цьому можна цілком знехтувати, істотно спрощуючи вирішення завдань, що зустрічаються. Такий саме напрям світлових променів може бути прийнято для креслеників і малюнків перспектив. Зазначені лінії тіней можуть бути визначені в перспективі при дотриманні загальноприйнятих прийомів побудови перспективних зображень, тобто спочатку визначають ці криві в ортогональних проекціях і потім будують їх перспективи. Проте, крім зазначеного загального способу побудови перспективних зображень існує ще спосіб точок сходу, при якому для паралельних світлових променів немає потреб зазначати попередньо їх лінію в ортогональних проекціях, а можна визначити їх в перспективі. Тому в більшості випадків цьому способу і надають перевагу.

Спосіб точок сходу для побудови ліній власних і падаючих тіней заснован на тому, що перспектива всіх паралельних світлових променів сходяться в деякій точці  $S$ , що лежить вище або нижче лінії горизонту  $hh'$  праворуч або зліва від центральної точки  $O$  (вертикальній проекції точки зору), а перспективи всіх горизонтальних проекцій цих світлових променів сходяться в точці, що лежить на лінії горизонту, причому обидві точки лежать на лінії, перпендикулярній до  $B$  лінії горизонту  $hh'$ . Якщо точка  $B$  є перспективою деякої точки  $B'$ , а точка  $A$  є перспективою точки  $A'$ , що є горизонтальною проекцією точки  $B'$ , то для побудови перспективи падаючої тіні через точки  $B'$  і  $s$

провести пряму  $B's$ , а через точки  $A$  і  $s'$  провести пряму  $As'$  і визначити точку  $M$  їх перетину. Ця точка  $M$  і буде перспективою падаючої тіні від цієї точки на предметну площину.

Практично у всіх роботах з теорії автори пояснюють причини, з яких точка сходу  $s$  виявляється у будь-якому з чотирьох кутів, що утворюються перетином ліній  $hh'$  і  $ov'$ , а також із зазначенням, що при зменшенні кута нахилу паралельних світлових променів з горизонтальною площиною, відстань  $ss'$  зменшується, а при збільшенні кута збільшується. Але побудова цієї відстані при даному кутовому нахилі світлових променів до предметної (горизонтальної) площини не розглядається. Так само не розглядається і питання визначення величини відрізка  $os'$ , що залежить від кута нахилу ортогональних проєкцій даних світлових променів до поверхні картини. Тому на розсуд авторів вибирається відстань  $os'$  та  $ss$ . Основною вимогою є така: тіні повинні утворювати на картині гарну форму. Тому при побудові перспективи намагаються точки  $s$  і  $s'$  вибирати на полі кресленика, поєднуючи їх з ортогональною проєкцією, без урахування того, яким кутовим нахилам світлових променів та їх ортогональним проєкціям будуть відповідати ці точки. З метою визначення правила вибору на кресленику відстані  $ss'$ , залежно від даного кутового нахилу паралельних світлових променів до горизонтальної площини, розглянемо рис. 1.

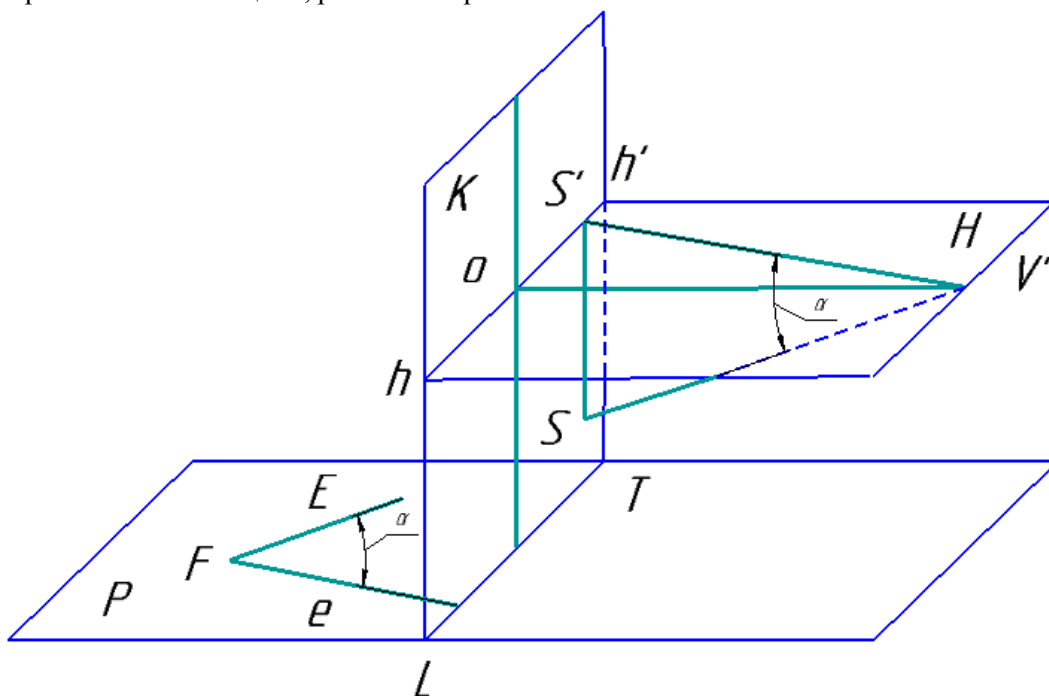


Рис. 1. Початок побудов.

Нехай чотирикутник  $K$  буде картинною площиною, а чотирикутник  $H$  - площиною горизонту, яка перетинається з першою площиною по лінії горизонту  $hh'$ . На площині  $H$  розташована точка погляду  $v'$ , а в площині  $K$  – вертикальна проєкція цієї точки чи центральна точка картини. Допустимо, чотирикутник  $P$  зображує предметну площину, яка з картинною площиною перетинається по лінії  $LT$ , що називається основою картини. Світловий промінь зобразимо лінією  $EF$ , а його ортогональну проєкцію, визначену на площині  $P$ , зобразимо лінією  $Fe$ , тоді кут нахилу світлового променя до горизонтальної площини визначиться кутом  $EFe$ .

Для визначення точки сходу перспективи лінії  $EF$  треба через точку погляду  $v'$  провести лінію  $v's$ , паралельну до неї і визначити точку  $s$  перетину проведеної лінії з картинною площиною  $K$ , а для визначення точки сходу  $s'$  для перспективи лінії  $Fe$  необхідно виконати таку ж побудову, отже кут  $sv's'$  дорівнюватиме куту  $EFe$ , а величина відрізка  $ss'$  завжди залежатиме від величини цього кута. Якщо кут  $sv's'$  відомий, то величина відрізка  $ss'$  може бути визначена з прямокутного трикутника  $ss'v'$ , коли буде визначена його сторона  $s'v'$ , а ця сторона визначається з прямокутного трикутника  $ov's'$ , в якому сторона  $ov'$  – відома, або задана, як відстань точки погляду до картини, а величина відрізка  $os'$  залежить від кута, який проєкція  $Fe$  світлового променя становить з площиною картини. Але, оскільки цей кут може вибиратися довільно, то, отже, можна довільно вибирати величину відрізка  $os$ .

Якщо прийняти кут  $sv's' = 45^\circ$ , то відрізок  $s's = s'v'$ , отже його величина буде визначитися побудовою одного прямокутного трикутника  $os'v'$ .



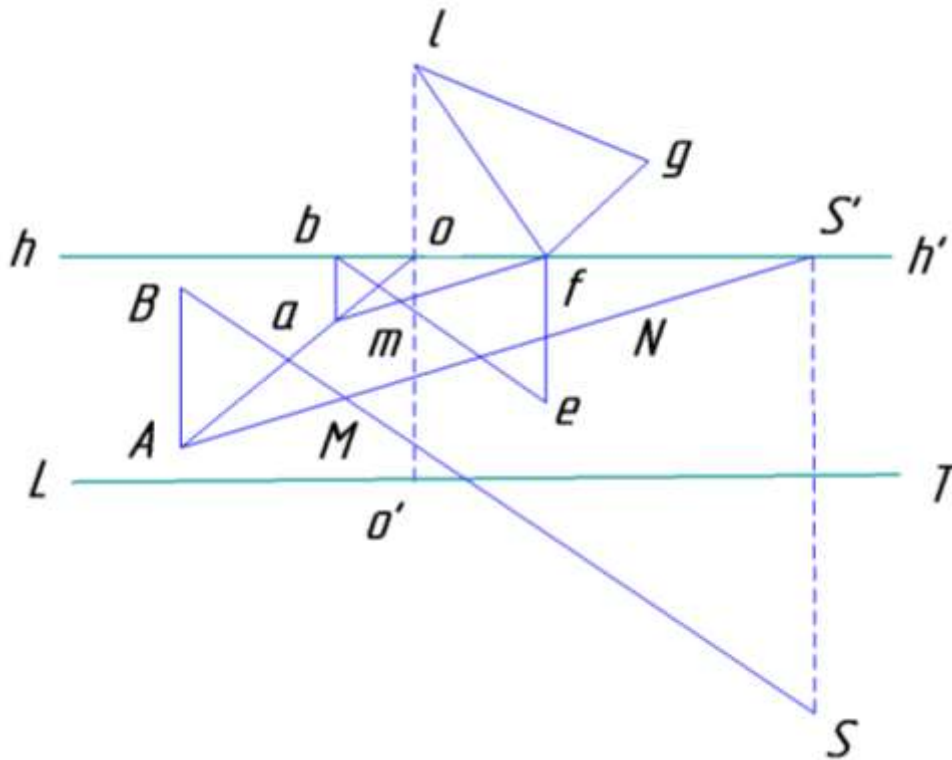


Рис. 3. Остаточні побудови

Якщо немає можливості побудувати на кресленнику увесь відрізок  $s's$ , то іншими словами, точка  $s$  не належить до поля креслення. Тому, відкладемо частину  $s'e$  цього відрізка, наприклад,  $1/3$  відрізка  $s's$  для побудови в перспективі падаючої тіні на предметну площину від точки, яка задана перспективою  $B$  і перспективою  $A$  її ортогональної проекції на ту ж площину. Для цього відрізок  $AB$  ділимо на три рівні частини. Точку з першого поділу від т. $A$  з'єднаємо з точкою  $e$  прямою  $ce$  і знаходимо т. $M$  її перетину з лінією  $As'$ , яка і буде шуканою перспективою падаючої тіні.

Припустимо, що при побудові падаючої тіні від точки, заданої перспективою  $B$  і перспективою  $A$  її ортогональної проекції (рис. 3), в межах поля креслення не розташована і точка  $s'$ , а положення лінії  $As'$  визначено тільки відрізком  $AN$ . Припустимо, що відрізок  $ol$  дорівнює  $1/3$  відстані точки погляду до картини, проведемо відрізок  $Ao$  і розділимо його на три частини. Через точку  $a$  першого розподілу (найближчої до т.  $o$ ) проводимо лінію  $of$ , паралельно лінії  $AN$  і визначаємо точку  $f$  її перетину з лінією горизонту, тоді відрізок  $of$  дорівнює  $1/3$  відрізка  $os$ , а тому сторона  $fl$  прямокутного трикутника  $ofl$  буде дорівнювати  $1/3$  сторони  $sv$ , тобто, визначимо  $1/3$  відрізка  $s's$ .

Проведемо через точки  $f$  і  $a$  лінії  $fe$  і  $ab$  перпендикулярні до лінії горизонту  $hh'$  і відкладемо відрізок  $fe$ , рівний  $1/3$  відрізка  $s's$  і відрізок  $ab$  відрізка  $AB$ , а через точки  $b$  і  $e$  проведемо пряму  $be$  і визначимо точку  $m$  її перетину з лінією  $af$ , тоді відрізок  $am$  дорівнюватиме  $1/3$  відрізка  $AM$ . Отже, відклавши відрізок  $AM$ , що дорівнює трьом відрізкам  $am$ , визначаємо т.  $M$  – шукану перспективу падаючої тіні.

Так як побудова падаючих тіней у перспективі при способі сходу точок заснована на побудові падаючої тіні від окремої точки на предметну площину, а побудова лінії власної тіні може бути виконана по побудованих падаючих тінях, то можна зробити наступні висновки.

- при побудові перспективи будівлі необхідно визначати відповідно до кожного випадку реальну величину відстані точки погляду як від картинної, так і до предметної площин.
  - Незалежно від значення прямолінійного відрізка, що виражає величину відстані точки погляду до картини (іншими словами, чи можливо відкласти його повну величину в полі креслення або тільки його частину), у будь-якому випадку можливо графічно визначити в перспективі як лінію падаючої тіні, так і лінію власної тіні на даному об'єкті за способом точок сходу - при даному кутовому нахилі паралельних світлових променів до площини горизонту та їх горизонтальних проекцій до картинної площини, навіть якщо точка сходу перспектив світлових променів або точка сходу перспектив їх горизонтальних проекцій і не уклалися в межах
- © Адашевська І.Ю., Краєвська О.О.

кресленника.

**Висновок.** Визначено, яким чином раціонально будувати перспективні зображення екстер'єру в умовах центральної України. Доведено, що при побудові перспективних зображень зберігається точність та наочність. Визначено, що найчастіше основною вимогою є така: тіні повинні утворювати на картині красиву форму. Запропоновано, яким чином слід обирати точку погляду, щоб максимально використовувати поле кресленника.

#### Список бібліографічного опису

1. Гордон В. О. Курс начертательной геометрии: учебник / В. О. Гордон, М. А. Семенов - Огиевский. – М.: Наука, 1976. – 432 с.
2. Ланюк А. В. Аксонометрические проекции: учебник / А. В. Ланюк. — М. : Гос. изд - во лит - ры по строительству и архитектуре, 1956. – 176 с.
3. Порсин Ю. Я. Аксонометрические изображения машиностроительных деталей: учебник / Ю. Я. Порсин. – М.- Л. : Машгиз, 1973. – 188 с.
4. Соловьев С. А. Перспектива / С. А. Соловьев.- М.: Просвещение, 1981. - 144с.
5. Соловьев С. Д. та інш. Черчение и перспектива / С. А. Соловьев. - М.: Высшая школа, 1982.
6. Журило А. Г. Теоретичні та практичні основи аксонометрії [Текст] / А. Г. Журило. Навч. посібник. Х.: НТУ «ХПІ». — 2010. - 196 с.
7. Петерсон В. Е. Перспектива / В. Е. Петерсон. М.:Просвещение, 1970. – 184 с.
8. Ратничин В. М. Перспектива / В. М. Ратничин. Киев, Вища школа, 1982.- 232 с.
9. Журило А. Г. Побудова точної перспективи кола, що належить предметній площині // Комп'ютерно - інтегровані технології: освіта, наука, виробництво. — 2020. - №41. - С. 35-39. Видавництво Луцького національного технічного університету.
10. Журило А. Г. Построение перспективных изображений при отображении картинной плоскости / А. Г. Журило, Е. М. Сивак, И. Ю. Адашевская // Вестник НТУ «ХПИ». № 17, 2014. С. 73-79.
11. Журило А. Г. Побудова перспективи кола, що належить предметній площині / А. Г. Журило, Е. М. Сивак // Комп'ютерно - інтегровані технології: освіта, наука, виробництво. — 2020. - №39. - С. 17-21. Видавництво Луцького національного технічного університету.

#### References

1. Gordon V. O. Kurs nachertatel'noj geometrii: uchebnik / V. O. Gordon, M. A. Semencov - Ogievskij. – M.: Nauka, 1976. – 432 s.
2. Lanyuk A. V. Aksonometricheskie proekcii: uchebnik / A. V. Lanyuk. — M. : Gos. izd - vo lit - ry po stroitel'stvu i arhitekture, 1956. – 176 s.
3. Porsin Yu. Ya. Aksonometricheskie izobrazheniya mashinostroitel'nyh detalej: uchebnik / Yu. Ya. Porsin. – M.- L. : Mashgiz, 1973. – 188 s.
4. Solov'ev S. A. Perspektiva / S. A Solov'ev.- M.: Prosveshchenie, 1981. - 144s.
5. Solov'ev S. A. ta insh. Cherenie i perspektiva / S. A. Solov'ev. - M.: Vysshaya shkola, 1982.
6. Zhurilo A. G. Teoretichni ta praktichni osnovi aksonometrii [Tekst] / A. G. Zhurilo. Navch. posibnik. H.: NTU «HPI». — 2010. - 196 s.
7. Peterson V. E. Perspektiva / V. E. Peterson. M.:Prosveshchenie, 1970. – 184 s.
8. Ratnichin V. M. Perspektiva / V. M. Ratnichin. Kiev, Vishcha shkola, 1982.- 232 s.
9. Zhurilo A. G. Pobudova tochnoi perspektivy kola, shcho nalezhyt predmetnii ploskchyni // Komp'yuterno - integrovani tekhnologii: osvita, nauka, virobnictvo. — 2020. - №41. - S. 35-39. Vidavnictvo Luc'kogo nacional'nogo tekhnichnogo universitetu.
10. Zhurilo A. G. Postroenie perspektivnyh izobrazhenij pri otobrazhenii kartinnoj ploskosti / A. G. Zhurilo, E. M. Sivak, I. Yu. Adashevskaya // Vestnik NTU «HPI». № 17, 2014. S. 73-79.
11. Zhurilo A. G. Pobudova perspektivy kola, shcho nalezhyt predmetnii ploskchyni / A. G. Zhurilo, E. M. Sivak // Komp'yuterno - integrovani tekhnologii: osvita, nauka, virobnictvo. — 2020. - №36. - S. 17-21. Vidavnictvo Luc'kogo nacional'nogo tekhnichnogo universitetu.